

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-089135

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H02K 1/22

H02K 21/16

H02K 29/00

(21)Application number : 09-257806

(71)Applicant : FUJITSU GENERAL LTD

(22)Date of filing : 05.09.1997

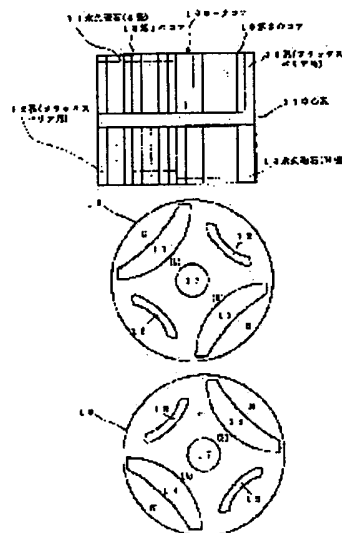
(72)Inventor : NARITA KENJI

## (54) PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide one permanent magnet for one pole, to enlarge reluctance torque in a permanent magnet type motor, and to provide a highly efficient motor.

**SOLUTION:** In an inner rotor type permanent magnet type motor, a rotor core 10 is composed of first and second cores 13 and 16, two permanent magnets 11 of identical poles (S-poles) are embedded in the first core 13 and holes 12 for flux barriers are formed in different poles (positions where the respective permanent magnets 11 are rotated by  $\pi/4$ ). Two permanent magnets 14 of the identical poles (N-poles) are embedded in the second core 16 and holes 15 for flux barrier are formed in different poles (positions where the respective permanent magnets 14 are rotated by  $\pi/4$ ). The permanent magnets 11 and the holes 15 are positioned opposite and are in a relation such that the holes 15 are contained in the areas of the permanent magnets 11. The permanent magnets 14 and the holes 12 are positioned opposite and are in a relation such that the holes 12 are contained in the areas of the permanent magnets 14.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-89135

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	分類記号	P I	
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 A
			5 0 1 K
1/22		1/22	A
21/16		21/16	M
29/00		29/00	Z
審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 5 頁)			

(21) 出願番号 特願平9-257806

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月5日

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

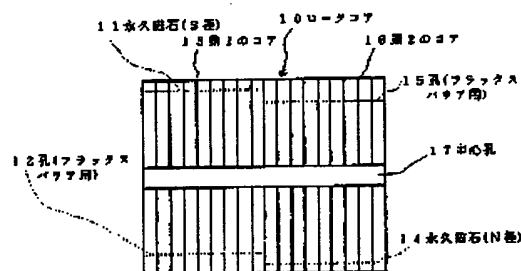
(74) 代理人 弁護士 大原 拓也

(54) 【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石形モータにおいて、1極当り永久磁石を1つとしてリラクタンストルクを大きくし、高効率のモータを得る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石形モータにおいて、ロータコア10を第1および第2のコア13、16で構成し、第1のコア13には同極(S極)の永久磁石11を2つ埋設するとともに、異極(各永久磁石11を $\pi/4$ 回転させた位置)にフラックスバリア用の孔12を形成し、第2のコア16には同極(N極)の永久磁石14を2つ埋設するとともに、異極(各永久磁石14を $\pi/4$ 回転させた位置)にフラックスバリア用の孔15を形成する。永久磁石11と孔15とは、相対して位置し、かつ永久磁石11の面積に孔15を包含する関係にある。永久磁石14と孔12とは、相対して位置し、かつ永久磁石14の面積に孔12を包含する関係にある。



(2)

特開平11-89135

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを少なくとも2つのコアで構成し、該各コアに同極となる永久磁石を埋設し、かつ該極と異なる極の位置に孔を形成し、該各コアを重ねてなることを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを第1および第2のコアで構成し、第1のコアには前記永久磁石形モータの2P極（P：正の整数）のうち同極（S極）となる永久磁石をP個だけ埋設し、かつ該極と異なる極（N極）の位置に孔をP個形成し、前記第2のコアには同極（N極）となる永久磁石をPだけ埋設し、かつ該極と異なる極（S極）の位置に孔をP個形成し、前記第1および第2のコアを重ねてなることを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項3】 前記第1のコアと第2のコアとを重ね合わせてインナーコアを構成する際、一方のコアを $\pi/P$ 回転させ、前記永久磁石と孔とが相対し、かつ前記第1および第2のコアの孔を前記永久磁石の形状孔に包含するようにした請求項2記載の永久磁石形モータ。

【請求項4】 前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1、2または3記載の永久磁石形モータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石形モータに係り、特に詳しくはモータのリラクタンストルクを有効利用して高効率化を図る永久磁石形モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石形モータのインナーロータ構成はロータコアに永久磁石を埋設してなり、例えば図5や図6に示すものが提案されている。図5に示すように、24スロットのステータコア1内のロータコア2は、当該永久磁石形モータの極数（4極）分だけ板状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に配置され、かつそれら隣接する永久磁石3の間にフラックスバリア4が形成されている。なお、5は中心孔（シャフト用の孔）である。

【0003】ここで、永久磁石3による空隙部（ステータコア1の歯と永久磁石3との間）の磁束分布が正弦波状になっているものとする、永久磁石形モータのトルク $T$ は $T = Pn \{ \phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、 $T$ は出力トルク、 $\phi_a$ は $d$ 、 $q$ 座標軸上の永久磁石による電機子鎖交磁束、 $L_d$ 、 $L_q$ は $d$ 、 $q$ 軸インダクタンス、 $I_a$ は $d$ 、 $q$ 座標軸上の電機子電流の振幅、 $\beta$ は $d$ 、 $q$ 座標軸上の電機子電流の $q$ 軸からの進み角、 $Pn$ は極対数である。

【0004】前記数式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2の2項は $d$ 軸インダクタンスと $q$ 軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No. 7, 1997の論文を参照されたい。また、図6に示すロータコア2は図5に示す永久磁石3と異なる形状の永久磁石6を有する構成になっているが、前記数式の適用は明かである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石形モータにおいては、 $q$ 軸の磁路に永久磁石3、4が存在し、またフラックスバリア4が存在することにより、 $q$ 軸インダクタンス $L_q$ が小さくなってしまふ。その結果、前記数式の $(L_q - L_d)$ の値が小さく、つまりリラクタンストルクが小さく、モータのトータルトルクが小さくなってしまふという欠点があった。

【0006】そこで、 $q$ 軸インダクタンス $L_q$ を大きくするために、モータの1極当りの永久磁石の数を多くし、つまり多層埋込磁石構造とすることが提案されている。詳しくは前記した論文を参照されたい。しかし、磁極毎の永久磁石を多層とするために、部品点数の増加や製造の複雑化により高コスト化が避けられないという問題点がある。

【0007】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的は1極当りの磁石数を増加することなく、 $q$ 軸のインダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるようにした永久磁石形モータを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを少なくとも2つのコアで構成し、該各コアに同極となる永久磁石を埋設し、かつ該極と異なる極の位置に孔を形成し、該各コアを重ねてなることを特徴としている。

【0009】この発明はステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを第1および第2のコアで構成し、第1のコアには前記永久磁石形モータの2P極（P：正の整数）のうち同極（S極）となる永久磁石をP個だけ埋設し、かつ該極と異なる極（N極）の位置に孔をP個形成し、前記第2のコアには同極（N極）となる永久磁石をPだけ埋設し、かつ該極と異なる極（S極）の位置に孔をP個形成し、前記第1および第2のコアを重ねてなることを特徴とする永久磁石形モータ。

【0010】この場合、前記第1のコアと第2のコアとを重ね合わせてインナーコアを構成する際、一方のコアを $\pi/P$ 回転させ、前記永久磁石と孔とが相対し、かつ前記第1および第2のコアの孔を前記永久磁石の形状孔

(3)

特開平11-89135

3

に包含するようにするとよい。また、前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとするとよい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図4を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石形モータは、インナーロータコアを同極の永久磁石を埋設した複数のコアで構成し、各コアにフラックスバリア用の孔を形成することによりq軸のインダクタンスが大きくなり、また複数のコアによりマグネットトルクとリラクタンストルクとの比が選定可能となることに着目したものである。

【0012】そのために、例えば図1ないし図3に示すように、この永久磁石形モータのロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）10は、同極（例えばS極）永久磁石11およびフラックスバリア用の孔12をそれぞれ2つ有する第1のコア（鉄心）13と、永久磁石11と異なる同極（N極）の永久磁石14およびフラックスバリア用の孔15をそれぞれ2つ有する第2のコア（鉄心）16とからなる。なお、第1のコア13と第2のコア14との比は1:1にするとよい。また、17はコアの中心孔（シャフト用孔）である。

【0013】具体的に説明すると、第1のコア13は、同極（S極）の永久磁石11を $\pi$ 回転させた位置に埋設し、各永久磁石11を $\pi/4$ 回転させた位置（N極に対応する位置）に孔12を形成する。なお、永久磁石11および孔12の形状はコアの外径に対して逆円弧状とし、また孔12を永久磁石11より小さくするとよい。同様に、第2のコア16は、同極（N極）の永久磁石14を $\pi$ 回転させた位置に埋設し、各永久磁石14を $\pi/4$ 回転させた位置に孔15を形成する。また、永久磁石14および孔15の形状は前記永久磁石11および孔12と同じである。

【0014】そして、図1および図4に示すように、前記永久磁石11、14を収納した第1および第2のコア13、16を $\pi/2$ 回転させた形で重ね合わせ、d軸およびq軸を一致させる。すると、永久磁石11と孔15とが相対した位置となり、永久磁石14と孔12とが相対した位置となり、孔12は永久磁石14の形状に包含され、孔15は永久磁石11の形状に包含される。つまり、第1および第2のコア13、16のスリットを形成する際、面積の小さい方のスリットが相対する大きい方のスリットに全て包含される。

【0015】なお、第1および第2のコア13、16の永久磁石11、14はそれぞれ2つであるが、2P極（P：正の整数）のモータにも適用可能である。この場合、2P極のうち同極（S極またはN極）のP個には永久磁石を埋め込み、残りの異極のP個にはフラックスバリア用の小さい孔を形成する。そして、各コアを $2\pi/2P$ （4極であれば $\pi/2$ ）ずつ重ね合わせて組み

4

立てればよい。なお、ステータコアの巻線としてはその2P極の磁極に合わせて施すことになる。

【0016】図4に示すロータ構成図を参照してインダクタンスについて説明する。なお、24スロットのステータコア18には三相（U相、V相およびW相）の電機子巻線が施されているが、スロット数や電機子巻線が異なってもよい。また、ステータコア18において、例えば外径側の巻線をU相、内径側の巻線をW相、その中間の巻線をV相としている。前記第1および第2のコア13、16により、ステータコア16からの磁束が内部に入り込み易くなるためq軸インダクタンス $L_q$ が大きくなり、ひいてはインダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）が大きくなり、リラクタンストルクが大きくなる。すなわち、第1および第2のコア13、16には永久磁石のないカ所があるからである。

【0017】また、第1のコア13の孔12を第2のコア16の永久磁石14に平行とし、第2のコアの孔15を第1のコア13の永久磁石11に平行としていることから、フラックスバリア効果が有効に発揮される。また、インダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）を大きくするために、例えばその孔12をロータの外径側に寄せるとよい。さらに、永久磁石11、14を大きくするとともに、その孔12、15を大きくすれば、マグネットトルクを大きくすることができるだけでなく、インダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）をさらに大きくすることができる。

【0018】このように、第1のおよび第2のコア13、16に、それぞれ同極（S極またはN極）の永久磁石11、14を埋設するとともに、永久磁石11、14に相対してフラックスバリア用の孔12、15を設けたので、1極当りの永久磁石11、14が1つで済むために、コストアップにならず、またq軸インダクタンス $L_q$ を大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、高効率のモータを得ることができるようになる。

【0019】ところで、前記ロータコア10は、電磁銅板をプレスで打ち抜いて積層し、永久磁石11、14を埋めて着磁することになるが、そのプレスの際に前記永久磁石11、14の形状孔、孔12、15および中心孔（シャフト用の孔）17を打ち抜けばよい。この場合、前述したように、永久磁石11のスリットに孔15のスリットを包含し、永久磁石15のスリットに孔12のスリットを包含するようにしていることから、プレス製造上のコストが従来と変わらず、つまり製造能率を落とすことなく、コストアップにならずに済む。また、前述した永久磁石11、14を収納して固定し（埋設し）、着磁したロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ（運転効率の上昇、振動や騒音の低下）を図ることができ

(4)

特開平11-89135

5

6

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石形モータの請求項1記載の発明によると、このインナーロータコアを少なくとも2つのコアで構成し、該各コアに同極となる永久磁石を埋設し、かつ該極と異なる極の位置に孔を形成し、該各コアを重ねてなるようにしたので、1極当りの磁石数を増加することなく、リラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるという効果がある。

【0021】請求項2記載の発明によると、インナーロータコアを第1および第2のコアで構成し、第1のコアには前記永久磁石形モータの2P極（P：正の整数）のうち同極（S極）となる永久磁石をP個だけ埋設し、かつ該極と異なる極（N極）の位置に孔をP個形成し、前記第2のコアには同極（N極）となる永久磁石をPだけ埋設し、かつ該極と異なる極（S極）の位置に孔をP個形成し、前記第1および第2のコアを重ねるようにしたので、1極当りの磁石数を増加せずに、つまりコストアップにならずに済み、第1および第2のコアには異極の永久磁石がないために、q軸のインダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるという効果がある。

【0022】請求項3記載の発明によると、請求項2において第1のコアと第2のコアとを重ね合わせてインナーコアを構成する際、一方のコアを $\pi/P$ 回転させ、前記永久磁石と孔とが相対し、かつ前記第1および第2のコアの孔を前記永久磁石の形状孔に包含するようにしたので、請求項2の効果に加え、前記孔が永久磁石の形状に包含されることから、コアの打ち抜き精度が容易であ

り、つまり当該モータの製造コストアップにならずに済むという効果がある。請求項4記載の発明によると、請求項1、2または3において、前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとしたので、請求項1、2または3の効果に加え、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップを図ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石形モータのインナーロータの概略的縦断面図。

【図2】図1に示すインナーロータの概略的部分横断面図。

【図3】図1に示すインナーロータの概略的部分横断面図。

【図4】図1に示すインナーロータを有する永久磁石モータの概略的平面図。

【図5】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

20 【図6】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

【符号の説明】

10 ロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）

11、14 永久磁石

12、15 孔（フラックスバリア用）

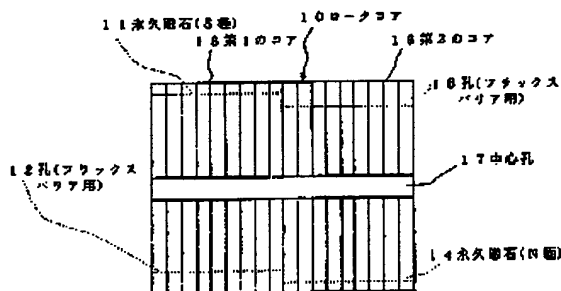
13 第1のコア

16 第2のコア

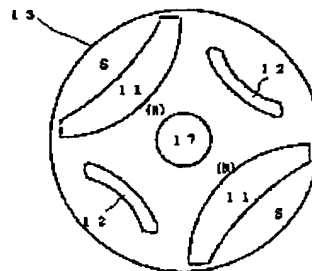
17 中心孔（シャフト用孔）

18 ステータコア

【図1】



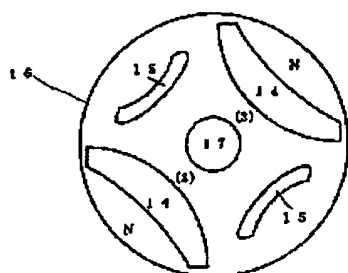
【図2】



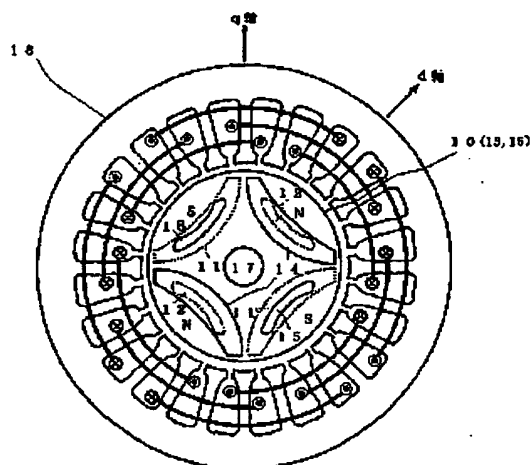
(5)

特開平11-89135

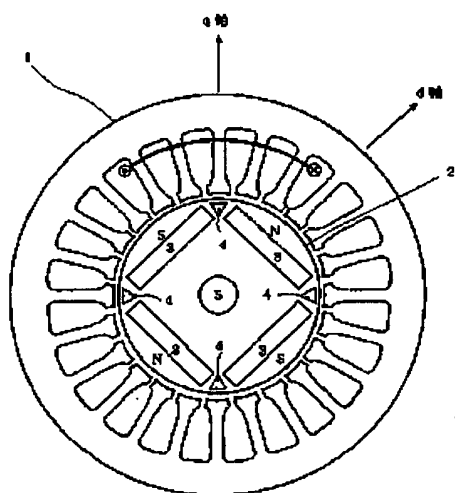
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

